農業氣象

四季的農業氣象—春

◎農試所農工系　蔡金川

台灣位於最大陸地與最大海洋交接處的低緯地帶（21° 50'N~25° 20'N），是花綵列島的樞紐。台灣雖為一海島，但地形複雜，中央山脈高聳中東部，海拔500公尺以上之山地面積佔全島三分之二。主要山系為南北走向，構成本島脊樑，與盛行季風相斜交，形成東北部與西南部氣候秉性迴異。冬季受西伯利亞或蒙古高壓控制，形成東北季風型天氣，當冷氣流暴發而南下時，其前鋒所及，風雨猝至，氣溫亦驟然低降，可給農作物帶來程度不等的災害；在五六月間，春夏之交受滯留鋒徘徊影響，造成陰雨連綿的梅雨型天氣，連續性降水，土壤侵蝕，影響第一期作水稻與果菜的培植：夏季受海洋的影響較大，常被溫熱的海洋氣團所控制，加之地面蒸發，對流旺盛，下午常有雷雨發生，會使巨峰葡萄、高接梨等園藝作物減產；夏秋為「颱風季」從五月開始，十月終止，每年平均受颱風侵襲約3.5次，在七、八、九月盛夏時期，太平洋高氣壓擴展至中國沿海，颱風的路徑偏西，因此台灣常有被襲的可能。其中八月最多1.06次，七、九兩月次之，各為0.85次。颱風為威脅台灣最嚴重的災害天氣。強風常會帶來豪雨的風水雙重侵襲，中央氣象局表示造成台灣氣象災害有四大主因，包括颱風、梅雨、乾旱和寒潮，其中又以颱風為害最烈，約占所有因素的百分之七十六點六，而在災害造成損失項目中，農業（包括水利灌溉設施等）遭受破壞損失超過百分之六十五：加以春季在東北季風與西南交替期間的乾旱，故台灣面積雖不大，各地區氣象變化萬千甚為複雜。

台灣四季雖有上述之氣象災害，因此北回歸線適通過中部的嘉義附近，北部屬亞熱帶，南部已入於熱帶之範圍，地跨溫熱兩帶，沿海又有暖流經過，所以大體言之，氣候溫暖，雨量充沛，則在風調雨順時如何充分利用台灣得天獨厚豐富的氣象資源，而天候異常時怎樣避免或減輕氣象災害，實為農業氣象研究與其相關業務推動者，所要盡的責任與義務。而農業生產與氣象因素關係雖是密切。多年來各項有關農業生產的措施與研究甚多，以往大部份注重品種改良，從前的加速農村建設，除了政策正確與農民勤耕配合之外，優良品種或品系之推出，不但對於國內的農業生產有顯著的貢獻，特別是水稻育成對氣象環境（氣溫、日照等）鈍感的高產品種，使我國農耕隊能跑天下，協助友邦發展農業生產，促進我國邦交，實在是功不可滅。但鮮有以農業氣象觀點，來研究風調雨順時如何有效利用農業氣象資源，藉以增進農業生產。天候異常時研究如何有效防患避免或減低農業生產的損失。自1991年7月1日起在本所農工系成立農業氣象研究室，由專人負責農業氣象的研究與其業務推動。同時農林廳所屬農業試驗場所的試驗評議會也成立農業氣象組。並於1992年9月23日成立農業氣象學會，

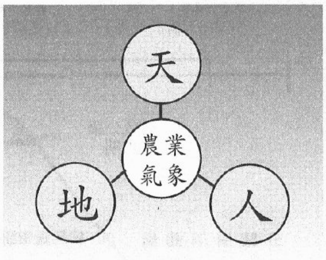
此後農業氣象的試驗研究及其相關業務的推動工作，則受到政府或民間的重視與鼓勵。為要向各位報告農業與氣象的互動關係，以農作物（農業氣象研究室試驗的作物為中心）對春夏秋冬四季的氣象變化之反應及人工措施為內容作敘述。配合季節的時效性，本篇則針對春季的天候與農作物的關係作報告。內容即涉及四季的形成，農業氣象的涵義等。其他夏秋冬季則會陸續地配合季節性報導。

一、四季的形成（陳等，1993）

因地球在公轉軌道上位置的不同，太陽光直射地球的地點也就不同，各緯度被陽光照射的情況也就不同。對於北半球來說，夏至時陽光直射北回歸線，北半球絕大部分地區太陽高度角在一年中是最大的時刻。日照時間也最長，因而受熱也最多，所以北半球的多數地區夏至前後最熱。夏至過後，隨著地球在公轉軌道上位置的變化，陽光的直射點逐漸南移，到了秋分，陽光直射赤道。比起夏至來，北半球大部地區太陽高度角減小，日照時間也減少，因而所受熱量也減少，所以北半球多數地區比起夏季來說秋季溫涼。秋分過後，陽光的直射點繼續南移，北半球大部分地區太陽高度角繼續減小，日照時間繼續縮短，到了冬至，陽光直射南回歸線。這一天對於北半球來說，是太陽高度角最小，日照時間最短，受熱最少的一天。所以對於北半球來說，冬季是一年中最寒冷的季節。冬至過後，陽光直射點又向北移，到了次年的春分，陽光又直射赤道，這時北半球的太陽高度角又增大，日照時間又加長，所以受熱量又增多，是為春季。春分過後陽光直射點繼續北移，北半球的大部分地區太陽高度角繼續增大，日照時間繼續加長，到了夏至，又回到一年中最炎熱的季節，即形成了寒來暑往的四季交替。

二、什麼是農業氣象？

農業氣象簡單而言就是農業加氣象，研究農業生產（包括動植物生產）與氣象條件（包括土壤氣候）間相互作用及其規律性的一門科學或專業領域。是農業科學與氣象科學相互連繫的邊緣科學，屬於應用氣象的一門。它的涵蓋範圍可謂包羅萬象，但其基本結構能以三個字表示，即天、地、人是也，其密切性或關連性如圖1所示，天、地、人三位一體代表農業氣象的基本結構。天是天候，大地孕育農業，還要靠人類的智慧與技術來調和天候與農業，達到適地適作、適時適栽，以謀求農業生產取得高產、優質、高效益。但近年來因全球人口劇增，工業國家過度消耗石化能源，以致環境污染，氣候變遷。農業生產務必考慮到地球環境問題，因大地除了孕育農業之外，還會受到污染，為此農業氣象的研究亦包括農業與地球環境的關連性。

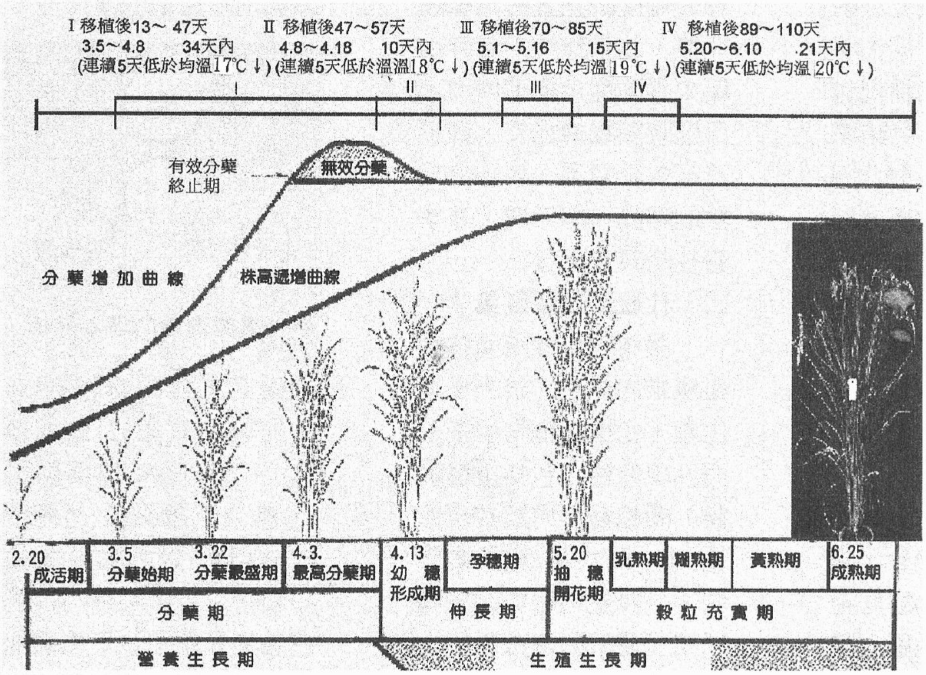


圖一農業氣象的基本結構

其研究工作內容包括(1)普通農業氣象(2)微氣象(3)局部氣候(4)農業氣候(5)農業氣象災害(6)農業設施環境(7)農業氣象預報和情報。這些專門科學在農業氣象裡並不是個別發展而是互相具有關連性的謀求發展與進步。

三、春季（3月、4月、5月）的農業氣象

寒冷的冬季過後，萬物復甦，春回大地，中部地區之氣象候條件（本所氣象台的記錄 ）：氣溫17.3~24.2℃，日射量11.2~13.1MJm^{-2}day^{-1}、雨量29.5~71.9㎜。各種各樣的植物發芽，幼葉的伸長及花芽分化活潑化，如圖二水稻稉型品種台農67號，春季期間自分蘗始期經分蘗最盛期、最高分蘗期、幼穗形成期、孕穗期及抽穗開花期即由生育前期營養器官的形成即營養生長期進入生育中期花器及產量容器（穎花數、穎花大小）的形成，即生殖生長期，這二個生育期並非界線分明，而有重疊的期間，即生育前期的後期常與生育中期的前期重疊，亦就是營養生長期與生殖生長期的過渡期間，此時花器發育開始，同時葉的生長仍繼續著，在水稻一生當中產量的構成經過最容易受氣象環境（氣溫、日照等）影響的是幼穗形成期至抽穗開花期特別是減數分裂期，及抽穗開花後21日間的穀粒充實期，前者是決定1穗穎花數、結實率與千粒重，後者是決定結實率與千粒重。這兩個危險期相當於模式圖III移植後70~85天及IV移植後89~110天，各為連續5天若低於19℃及20℃則影響其產量構成要素（1穗穎花數、結實率與千粒重），而I移植後13~47天與II移植後47~57天各連續5天，若低於17℃及18℃有損於穗數與幼穗形成。這兩個對溫度敏感期幾乎涵蓋在春季，惟10天於6月的夏初。則春季的氣象條件乃影響第一期作水稻產量甚鉅，而上述四個生育時期對溫度的敏感日數，可當為災害預警或產量預測的模式應用依據。

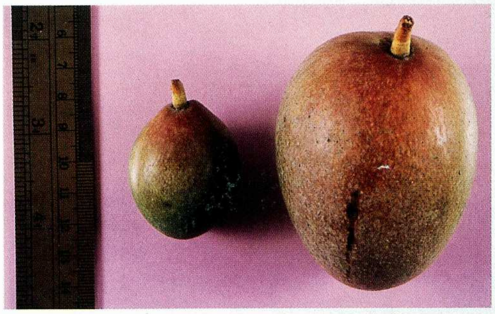


圖二　中部地區水稻品種台農67號第一期作各生育期之預警預測模式（生育日數125天）

春季常受鋒面及大陸冷氣團影響，各地氣溫會明顯下降，往年3月上旬平均北中南部地區各為16.5℃、17.3℃及18.5℃。並有陣雨5月因梅雨季且氣溫偏高，常會發生稻熱病或紋枯病，葡萄等園藝作物亦需噴藥防治病蟲害。春季氣象條件（氣溫、日照、風速等）與秋季類似，唯降雨量比秋季高約4倍

圖三　改良式溫網室之外觀（裝設防寒風牆）

圖四　愛文檬果之小果（左）與正常果（右）



，這對於露地葉菜類蔬菜生產很不利，又如前述有冷氣團的來襲氣溫降低，目前蔬菜專業區專業菜農幾乎以防雨防寒設施栽培蔬菜。圖三所示，改良式蔬菜栽培設施（設有防寒風牆），為農業氣象防雨防寒設施之重點研究 。

農業氣象研究室於1993~1995兩年之間，在南部玉井進行氣象因素與檬果產量關係之試驗研究，得知冬季1月初旬至2月初旬為早期開花旬平均氣溫（18.2℃）及旬總計雨量（6.0公釐）偏低，氣溫比檬果的生育適溫（23.9~26.7℃）還低。花芽分化至幼果發育期，低溫是造成如圖4商品價值低的無子小果（體積小、類圓型）形成的主因。春季平均氣溫（19.5~27.9℃）上升，雨量（旬總計：10.9~94.1mm）亦增多，於3月~4月初旬開花發育的無子小果形成率較低，平均產量（25.8kg/plant）與糖度（16.5° Brix）比冬季開花形成的檬果（20.4 kg/plant，15.4° Brix）高。經統計分析的結果，檬果開花後30天之累積氣溫或累積雨量與產量及糖度呈顯著性正相關，為此調節開花期，以理化方法自冬季延遲至春季開花，即物理方法由斷根，或樹幹環狀剝皮等，而化學方法乃使用植物生長素如益收（Ethrel）與劑巴克素（Paclobutrazol，pp-333）等，這兩種調節延長開花期，可避開冬季低溫或乾旱等災害，會提升檬果生產的量與質，並能調節產期穩定生產與價格，增加果農收益。

四、結語

台灣四季如春，時有所聞，意謂四季不分明，為要瞭解或掌握農業與氣象互動之關係，以春夏秋冬四季的氣象條件變化與作物的產量性狀的反應作為探討敘述。本次僅限於春季的農業氣象之討論，範圍又是本研究室的試驗作物(水稻、蔬菜與檬果）為中心。由上述的概略性報告，大家約略可明瞭春季的農業氣象概況。冬去春來，雖是陽光普照，萬物復甦，植物萌芽茁壯，幼葉伸長，生育活潑化，但常受鋒面及大陸冷氣團來襲，會有陣雨而氣溫下降，造成災害，農作物受損。特別是露地栽培的葉菜類蔬菜的損失頗為嚴重，又進入五月梅雨降臨且氣溫偏高，在高溫多濕下，稻熱病、紋枯病及病蟲害發生，農民耗費可觀的防治費用。為防患冷害、風雨害及水稻紋枯病之氣象災害，農業氣象研究室分別在台南縣玉井、雲林縣西螺及本所設立試驗站，進行試驗研究，其他亦有水稻、蔬菜等作物氣候生產力模式建立之試驗研究，其成果曾經發表於技術推廣雜誌及國內外學術刊物等，盼望對於農業生產有所幫助。